

## PERFORMANCE INFORMATION EVALUATING DEVICE, ITS METHOD AND RECORDING MEDIUM

**Publication number:** JP11296168  
**Publication date:** 1999-10-29  
**Inventor:** TOUGI ATSUSHI; MUNEKAWA HIROSHI  
**Applicant:** YAMAHA CORP  
**Classification:**  
 - **international:** G10H1/00; G10H1/00; (IPC1-7): G10H1/00  
 - **european:**  
**Application number:** JP19980095722 19980408  
**Priority number(s):** JP19980095722 19980408

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP11296168

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To accurately measure the performance timing deviation of a player performing with his/her free tempo without strictly following the tempo of an etude and to evaluate a performance technique based thereon. **SOLUTION:** A performance data supplying means supplies performance data about an etude. A performed data supplying means supplies performed data when a player performs the etude. An extracting means extracts to which pronounced timing data of the performed data the pronouncing timing data of a certain sound pitch corresponding to the performance data corresponds. An evaluation value calculating means makes the ratio of the extracted pronounced timing data to the pronouncing timing data evaluation value. Since the evaluation value is a relative value that shows how much performed data is deviated from the performance data and is performed, when the evaluation value is different from another value, an evaluating means decides that the player hesitates or makes a mistakes at that place and evaluates performance itself that is performed by the player.

算出された評価値

[平均値 = 1.525]

		2
		〔実現タイミング値〕
A	0	1.5
B	0	2.0
C	1	1.375
D	0	1.25
E	0	1.5
F	0	1.5

結果グラフ

(B)

		2
		〔実現タイミング値〕
A	0	1.5
B	0	2.0
C	1	1.375
D	0	1.25
E	0	1.5
F	0	1.5

$$\text{評価値} = 24 / 16$$

$$\text{評価値} = (22 + 4 + 6) / 16$$

$$\text{評価値} = 22 / 16$$

$$\text{評価値} = 10 / 8$$

$$\text{評価値} = (10 + 2) / 8$$

$$\text{許容値} = 1.95 : (1.5 \times 1.3)$$

$$\text{許容値} = 2.6 : (2.0 \times 1.3)$$

$$\text{許容値} = 1.7875 : (1.375 \times 1.3)$$

$$\text{許容値} = 1.625 : (1.25 \times 1.3)$$

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-296168

(43)公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 10 H 1/00

識別記号

102

F I

G 10 H 1/00

102Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-95722

(22)出願日 平成10年(1998)4月8日

(71)出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72)発明者 東儀 温

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内

(72)発明者 宗川 博

兵庫県加古郡播磨町野添1241-3

(74)代理人 弁理士 飯塚 義仁

## (54)【発明の名称】 演奏情報評価装置、演奏情報評価方法及び記録媒体

## (57)【要約】

【課題】 練習楽曲のテンポに縛られることなく演奏者の自由なテンポで演奏した場合でも、その演奏者の演奏タイミングのずれを正確に測定し、それに基づいて演奏技術を評価できるようにする。

【解決手段】 演奏データ供給手段は練習曲に関する演奏データを供給する。被演奏データ供給手段は、演奏者がその練習曲を演奏したときの被演奏データを供給する。抽出手段は演奏データに対応する或る音高の発音タイミングデータが被演奏データのどの被発音タイミングデータに対応するのかを抽出する。評価値算出手段は、抽出された被発音タイミングデータと発音タイミングデータの比を評価値とする。この評価値は、演奏データに対して被演奏データがどれだけずれて演奏されたかを示す相対的な値なので、評価手段はこの評価値が他の値と異なる場合には、その箇所で演奏者が躊躇したり、ミスしたと判定し、演奏者の行った演奏自体の評価を行う。

算出された評価値		
(A)	A	0 (先頭タイミング値)
	B	0 1.5
	C	1 2.0
	D	0 1.375
	E	0 1.25
	F	0 1.6

結果フラグ

【平均値 = 1.525】

評価値 = 24 / 16

評価値 = (22 + 4 + 6) / 16

評価値 = 22 / 16

評価値 = 10 / 8

評価値 = (10 + 2) / 8

算出された評価値		
(B)	A	0 (先頭タイミング値)
	B	0 1.5
	C	1 2.0
	D	0 1.375
	E	0 1.25
	F	0 1.5

許容値 = 1.95:(1.5×1.3)

許容値 = 2.6:(2.0×1.3)

許容値 = 1.7875:(1.375×1.3)

許容値 = 1.625:(1.25×1.3)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基準となる演奏データを供給する演奏データ供給手段と、  
評価の対象となる被演奏データを供給する被演奏データ供給手段と、  
前記演奏データの中の各音高の発音タイミングデータに対応する被発音タイミングデータを被演奏データの中から抽出する抽出手段と、  
或る音高の発音タイミングデータと、それに対応する被発音タイミングデータとの比を算出し、それを評価値とする評価値算出手段と、  
前記演奏データに対する前記被演奏データの演奏評価を前記評価値に基づいて行う評価手段とを具備することを特徴とする演奏情報評価装置。

【請求項2】 前記評価手段は、前記評価値全体の平均値に基づいて前記評価値の評価を行うことを特徴とする請求項1に記載の演奏情報評価装置。

【請求項3】 前記評価手段は、前記評価値の前後する2つの値を比較することによって前記評価値の評価を行うことを特徴とする請求項1に記載の演奏情報評価装置。

【請求項4】 基準となる演奏データと評価の対象となる被演奏データとの供給に従って、  
前記演奏データの中の各音高の発音タイミングデータに対応する被発音タイミングデータを被演奏データの中から抽出するステップと、  
或る音高の発音タイミングデータと、それに対応する被発音タイミングデータとの比を算出し、それを評価値とするステップと、  
前記演奏データに対する前記被演奏データの演奏評価を前記評価値に基づいて行うステップとを実施することを特徴とする演奏情報評価方法。

【請求項5】 機械によって読み取り可能な記録媒体であって、コンピュータによって実行される演奏情報評価を制御するためのプログラムについての命令群をその記憶内容として有しており、前記演奏情報評価を制御するプログラムは、  
基準となる演奏データと評価の対象となる被演奏データとを供給するステップと、  
前記演奏データの中の各音高の発音タイミングデータに対応する被発音タイミングデータを被演奏データの中から抽出するステップと、  
或る音高の発音タイミングデータと、それに対応する被発音タイミングデータとの比を算出し、それを評価値とするステップと、  
前記演奏データに対する前記被演奏データの演奏評価を前記評価値に基づいて行うステップとを含んでいることを特徴とする記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、楽器の演奏技術を評価する演奏情報評価装置及び方法に係り、特に練習楽曲のテンポに縛られることなく演奏者が自由なテンポで演奏した場合の演奏技術を評価する演奏情報評価装置及び方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、演奏者の演奏技術を評価するものとして、演奏者の個々の押鍵によって発生した発音タイミングを、練習曲データ内の発音タイミングの値と順次比較し、それがどれだけ異なっているかを数値化するものがあった。すなわち、練習曲データはMIDIファイルで構成されているので、各音符の発音タイミングすなわち押鍵タイミングが明確であるから、これと演奏者が実際に押鍵したタイミングとを比較検討することによって、両者のずれ時間を計測することができ、このずれ時間に基づいて演奏者の演奏技術を評価していた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来のようにして演奏技術を評価する場合、各音高の押鍵に対応する発音タイミングに関する値を用いて各音高の演奏タイミングをそれぞれ独立して評価しているので、演奏者は練習データに設定されているテンポで演奏するか、又は演奏者が任意に変更設定したテンポで演奏を行う必要があった。すなわち、一定のリズムを刻むメトロノームに従って演奏を行う必要性があった。従って、演奏者の演奏テンポが全体的にずれてしまったような場合、例えば練習データに設定されたテンポより遅いテンポで演奏者が演奏を行ったような場合には、演奏技術の全体的な評価は低いものとなる。また、テンポを自分の技術よりも低めに設定することによって演奏技術の評価値を向上させることはできるが、それは評価値が向上しただけで、実際の演奏技術に対応した評価値ではない。

【0004】さらに、演奏者はある1つの練習曲を練習する場合、演奏技術的に簡単な部分は滑らかに所定のテンポで演奏することができ、演奏技術的に難解なところは演奏のスピードが極端に落ちるものである。従って、演奏技術の評価を行う際のテンポをどのような値に設定するかによって、演奏技術の評価がバラバラとなり、演奏技術の評価としては適切でなく、正確な演奏技術の評価が行えないという問題があった。すなわち、簡単な演奏に合わせてテンポの値を早いものにすると、難解な場所での演奏技術の評価が極端に低くなり、逆に難解な演奏に合わせてテンポの値を遅いものにすると、簡単な場所での演奏技術の評価が高くなり過ぎるという、相反したものとなる。また、演奏者は予め設定されたテンポに縛られる形でしか演奏できないということなり、初心者などのように簡単な箇所や難解な箇所で演奏テンポが一定しないようなものにとては演奏技術の評価を得ること自体が困難であり、却って演奏練習効果を薄れさせる

【0005】この発明は、練習楽曲のテンポに縛られることなく演奏者の自由なテンポで演奏した場合でも、その演奏者の演奏タイミングのずれを正確に測定し、それに基づいて演奏技術を評価することのできる演奏情報評価装置及び方法を提供することを目的とする。

\$

【課題を解決するための手段】出願時の請求項1に記載された本発明に係る演奏情報評価装置は、基準となる演奏データを供給する演奏データ供給手段と、評価の対象となる被演奏データを供給する被演奏データ供給手段と、前記演奏データの中の各音高の発音タイミングデータに対応する被発音タイミングデータを被演奏データの中から抽出する抽出手段と、或る音高の発音タイミングデータと、それに対応する被発音タイミングデータとの比を算出し、それを評価値とする評価値算出手段と、前記演奏データに対する前記被演奏データの演奏評価を前記評価値に基づいて行う評価手段とを具備するものである。演奏データは演奏者の練習しようとする練習曲に関するデータであり、被演奏データは演奏者がその練習曲を演奏したときのデータである。この演奏情報評価装置は演奏データと被演奏データとを比較検討することによって、演奏者がどの程度忠実に演奏することができたのか、その評価を行う。このとき、演奏者は演奏データ通りに正確に押鍵するとは限らないし、誤押鍵や押鍵遅れなどがあったりするので、抽出手段で演奏データに対応する或る音高の発音タイミングデータが被演奏データのどの被発音タイミングデータに対応するのかを抽出する。評価値算出手段は、抽出された被発音タイミングデータと発音タイミングデータの比を評価値とする。この評価値は、演奏データに対して被演奏データがどれだけずれて演奏されたかを示す相対的な値なので、演奏者が基準となるテンポよりも全体的に遅く演奏した場合でも、ほぼ一定のテンポで演奏すれば、同じような値となり、演奏者は全体的に安定した演奏をしたことを示す。しかし、この評価値が他の値と異なる場合には、その箇所で演奏者が躊躇したり、ミスしたと判定でき、演奏者の演奏技術におけるウイークポイントを検出することができる。出願時の請求項2に記載された本発明に係る演奏情報評価装置は、前記請求項1に記載の演奏情報評価装置の一実施態様として、前記評価手段を、前記評価値全体の平均値に基づいて前記評価値の評価を行うようにしたものである。評価値の全体の平均値は演奏者の演奏した際の平均的なテンポを示すので、この平均値に基づいて評価値の評価を行うことによって、演奏者の平均的な演奏テンポからずれた押鍵などを容易に検出することができる。出願時の請求項3に記載された本発明に係る演奏情報評価装置は、前記請求項1に記載の演奏情報評価装置の一実施態様として、前記評価手段を、前記評価値の前後する2つの値を比較することによって前記評価値の評価を行うようにしたものである。前の評価値に比

10

20

30

40

べて後の評価値が突然増加した場合は、その箇所でミス押鍵が多発したり、押鍵が著しく遅れたりしたことを意味するので、この値に基づいて評価値の評価を行うことによって、現状の演奏テンポから著しくずれた押鍵を容易に検出することができる。出願時の請求項4に記載された本発明に係る演奏情報評価方法は、基準となる演奏データと評価の対象となる被演奏データとの供給に従つて、前記演奏データの中の各音高の発音タイミングデータに対応する被発音タイミングデータを被演奏データの中から抽出するステップと、或る音高の発音タイミングデータと、それに対応する被発音タイミングデータとの比を算出し、それを評価値とするステップと、前記演奏データに対する前記被演奏データの演奏評価を前記評価値に基づいて行うステップとを実施するものである。この発明は、出願時の請求項1に記載の発明に対応した演奏情報評価方法の発明である。出願時の請求項5に記載された本発明に係る記録媒体は、機械によって読み取り可能な記録媒体であって、コンピュータによって実行される演奏情報評価を制御するためのプログラムについての命令群をその記憶内容として有しており、前記演奏情報評価を制御するプログラムは、基準となる演奏データと評価の対象となる被演奏データとを供給するステップと、前記演奏データの中の各音高の発音タイミングデータに対応する被発音タイミングデータを被演奏データの中から抽出するステップと、或る音高の発音タイミングデータと、それに対応する被発音タイミングデータとの比を算出し、それを評価値とするステップと、前記演奏データに対する前記被演奏データの演奏評価を前記評価値に基づいて行うステップとを含んでいるものである。この発明は、出願時の請求項4に記載の演奏情報評価方法の発明に関するプログラムを記憶した記録媒体に関する発明である。

## 【0006】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照してこの発明の実施の形態を詳細に説明する。図2はこの発明に係る演奏情報評価装置及び自動演奏装置を内蔵した電子楽器の実施の形態を示すハード構成ブロック図である。この実施の形態では1つのCPU21によって演奏情報評価に関する処理等を行う電子楽器を例に説明する。CPU21はこの電子楽器全体の動作を制御するものである。このCPU21に対して、データ及びアドレスバス2Pを介してプログラムメモリ22、ワーキングメモリ23、マウス検出回路25、押鍵検出回路2D、スイッチ検出回路2F、表示回路2H、音源回路2J、効果回路2K、外部記憶装置24、MIDIインターフェイス2A、通信インターフェイス27及びタイマ2Nが接続されている。

【0007】CPU21はプログラムメモリ22及びワーキングメモリ23内の各種プログラムや各種データ、及び外部記憶装置24から取り込まれた楽音制御情報

(MIDIデータ)に基づいて全体の動作を制御する。この実施の形態では、外部記憶装置24としては、フロッピーディスクドライブ、ハードディスクドライブ、CD-ROMドライブ、光磁気ディスク(MO)ドライブ、ZIPドライブ、PDドライブ、DVDなどを用いてよい。また、MIDIインターフェイス2Aを介して他のMIDI機器2BなどからMIDIデータなどを取り込んでもよい。CPU21は、このような外部記憶装置24から取り込まれたMIDIデータや鍵盤2Cの押鍵操作に基づいて生成したMIDIデータを音源回路2Jに供給する。なお、外部に接続された音源回路を用いて発音処理を行うようにしてもよい。

【0008】プログラムメモリ22はCPU21のシステム関連のプログラム、複数の練習曲データ、各種のパラメータやデータなどを記憶しているものであり、リードオンリメモリ(ROM)で構成されている。ワーキングメモリ23はCPU21がプログラムを実行する際に発生する各種のデータを一時的に記憶するものであり、ランダムアクセスメモリ(RAM)の所定のアドレス領域がそれぞれ割り当てられ、レジスタやフラグ等として利用される。また、前記ROM22に動作プログラム、各種データなどを記憶させる代わりに、CD-ROMドライブ等の外部記憶装置24に各種データ及び任意の動作プログラムを記憶していくてもよい。外部記憶装置24に記憶されている動作プログラムや各種データは、RAM23等に転送記憶させることができる。これにより、動作プログラムの新規のインストールやバージョンアップを容易に行うことができる。

【0009】なお、通信インターフェイス27を介してLAN(ローカルエリアネットワーク)やインターネット、電話回線などの種々の通信ネットワーク28上に接続可能とし、他のサーバコンピュータ29との間でデータのやりとりを行うようにしてもよい。これにより、サーバコンピュータ29から動作プログラムや各種データをダウンロードすることもできる。この場合、クライアントとなる楽音生成装置である自動演奏装置から、通信インターフェイス27及び通信ネットワーク28を介してサーバコンピュータ29に動作プログラムや各種データのダウンロードを要求するコマンドを送信する。サーバコンピュータ29は、このコマンドに応じて、所定の動作プログラムやデータを、通信ネットワーク28を介して他の自動演奏装置に送信する。自動演奏装置では、通信インターフェイス27を介してこれらの動作プログラムやデータを受信して、RAM23等にこれらのプログラムやデータを蓄積する。これによって、動作プログラム及び各種データのダウンロードが完了する。

【0010】なお、本発明は、本発明に対応する動作プログラムや各種データをインストールした市販のパソコンコンピュータ等によって、実施させるようにしてもよい。その場合には、本発明に対応する動作プログラム

や各種データを、CD-ROMやフロッピーディスク等の、パソコンコンピュータが読み込むことができる記憶媒体に記憶させた状態で、ユーザーに提供してもよい。また、そのパソコンコンピュータ等が、LAN、インターネット、電話回線等の通信ネットワークに接続されている場合には、通信ネットワークを介して、動作プログラムや各種データ等をパソコンコンピュータ等に提供してもよい。

【0011】マウス26はパソコン等に用いられるポインティングデバイスであり、マウス26からの入力信号をマウス検出回路25によって位置情報を変換して、データ及びアドレスバス2Pに供給する。鍵盤2Cは発音すべき楽音の音高を選択するための複数の鍵を備えており、各鍵に対応したキーイッチを有しており、また必要に応じて押圧力検出装置等のタッチ検出手段を有している。鍵盤2Cは音楽演奏のための基本的な操作子であり、これ以外の演奏操作子でもよいことはいうまでもない。押鍵検出回路2Dは発音すべき楽音の音高を指定する鍵盤2Cのそれぞれの鍵に対応して設けられたキーイッチ回路を含むものである。この押鍵検出回路2Dは鍵盤2Cの離鍵状態から押鍵状態への変化を検出してキーオンイベントを出力し、押鍵状態から離鍵状態への変化を検出してキーオフイベントを出力すると共にそれぞれのキーオンイベント及びキーオフイベントに関する鍵の音高を示すノートナンバを出力する。押鍵検出回路2Dはこの他にも鍵押し下げ時の押鍵操作速度や押圧力等を判別してベロシティデータやアフタタッチデータを出力する。

【0012】スイッチ検出回路2Fはパネルスイッチ2E上の各スイッチ群に対応して設けられており、これらの各スイッチ群の操作状況に応じたスイッチオンイベントを出力する。パネルスイッチ2E上のスイッチ群としては、例えば練習曲を選択するための曲選択スイッチ、演奏の開始を支持するスタートスイッチ、次の練習パートに進行させるためのNEXTスイッチ、前の練習パートに戻るためのBACKスイッチなどが設けられている。この他にも発音すべき楽音の音色、音量、音高、効果等を選択、設定、制御するための各種の操作子を有している。これ以外のスイッチも多数存在するがここでは省略する。なお、これらのハード的なスイッチの他には、ディスプレイに各種のスイッチを表示し、それをマウス26でソフト的に選択できるようにしてもよい。表示回路2Hはディスプレイ2Gの表示内容を制御するものであり、疑似的な鍵盤やその押鍵の様子が表示される。ディスプレイ2Gは液晶表示パネル(LCD)等から構成され、表示回路2Hによってその表示動作を制御される。

【0013】音源回路2Jは、複数チャンネルで楽音信号の同時発生が可能であり、アドレスバス2Pを経由して与えられた演奏情報(MIDI規格に準拠したデー

タ) を入力し、この情報に基づき楽音信号を発生する。音源回路2Jにおいて複数チャンネルで楽音信号を同時に発音させる構成としては、1つの回路を時分割で使用することによって複数の発音チャンネルを形成するようなものや、1つの発音チャンネルが1つの回路で構成されるような形式のものであってもよい。また、音源回路2Jにおける楽音信号発生方式はいかなるもの用いてもよい。

【0014】効果回路2Kは音源回路2Jからの楽音信号に種々の効果を付与し、効果の付与された楽音信号をサウンドシステム2Lに出力する。効果回路2Kによって効果の付与された楽音信号は、アンプ及びスピーカからなるサウンドシステム2Lを介して発音される。タイマ2Nは時間間隔を計数したり、自動伴奏のテンポを設定したりするためのテンポクロックパルスを発生するものである。このテンポクロックパルスの周波数はスイッチ群の中のテンポスイッチ(図示していない)によって調整される。タイマからのテンポクロックパルスはCPU21に対してインタラプト命令として与えられ、CPU21はインタラプト処理により自動演奏時における各種の処理を実行する。

【0015】図3は練習曲データ及び演奏データの構成例を示す図であり、図3(A)は練習曲データの構成例を、図3(B)は演奏者が実際に演奏して作成した演奏データ、すなわち演奏評価の対象となる被演奏データの構成例を示す図である。1つの練習曲データは、初期設定データと楽曲データとから構成される。初期設定データは音色、テンポ、音量及び効果設定データに関する種々のデータからなる。初期設定データにはこれ以外にも種々の情報が記憶されているがここでは省略する。楽曲データは、タイミングデータとキーオンデータと音高データとベロシティデータとの組み合わせからなる発音用データと、タイミングデータとキーオフデータと音高データとの組み合わせからなる消音用データとから構成される。これらの発音用データ及び消音用データが演奏される楽曲に従ってシーケンシャルに記憶され、楽曲データを構成している。被演奏データは、ベロシティデータが存在しないだけで、他は楽曲データと同じである。

【0016】タイミングデータはイベントとイベントとの間の時間を示すデータである。キーオンデータはキーオンイベントを示すデータである。キーオフデータはキーオフイベントを示すデータである。音高データはキーオン又はキーオフされた音高に関するデータである。ベロシティデータは発音すべき音の音量に関するデータである。なお、楽曲データの中にはこの他にもピッチベンド、ボリューム制御などに関するイベントデータも存在するがここでは省略してある。

【0017】次に、CPU21によって実行される演奏情報評価装置の処理の一例である第1の実施例を図1の演奏評価値の具体例、図4の練習曲データ及び演奏データ

タの概念図、並びに図5から図9までのフローチャートに基づいて説明する。図5はこの演奏情報評価装置のメインフローの一例を示す図である。ステップ51で初期設定処理が行われる。この初期設定処理では、練習曲の選択動作、選択された練習曲に対応する楽譜の全体又は一部の表示動作などが行われる。次のステップ52では練習開始ボタンが操作され、練習の開始が指示されたかどうかを判定する。ステップ53～ステップ56は、ステップ52の練習開始指示に伴う初期設定処理であり、押離鍵発生タイミングバッファTIMEを『0』にセットし、割り込み処理を許可するために走行フラグRUNに『1』を設定し、前記表示部に表示された楽譜上において現在押鍵すべき音を示す指示音高(音符)として、表示されている練習曲楽譜の先頭音符の色を他の音符の色と異なるものに設定し、演奏及び評価データの記録領域を確保するなどの処理を行う。押離鍵発生タイミングバッファTIMEは演奏者が押鍵操作又は離鍵操作した時の各操作の時間間隔を計測するためのバッファである。また、本実施例では、演奏者の演奏に合わせて表示部上の押鍵すべき音符の色が順次変更していく。なお、この他にも各フラグ及びバッファの初期設定処理を行ったりするが、省略してある。ステップ57は、走行フラグRUNが『0』になるまで繰り返される処理である。ここで、走行フラグRUNは現在割り込み処理の実施を許可するか否かを示すフラグであり、『1』の場合は練習曲データに基づく演奏練習の許可を、『0』の場合は演奏練習の許否を示す。従って、演奏情報評価装置は、このステップ57で走行フラグRUNが0になるまで、すなわち割り込みが許否されるまで、後述する図6の割込み処理を所定の割込タイミングで実行し、演奏者の演奏データを順次所定の記憶領域に記憶する。

【0018】図6は、本実施例の演奏情報評価装置が行う割込み処理の一例を示す図である。この割込み処理は、クロックタイミングに相当する時間毎に演奏者の押鍵操作及び離鍵操作に対応した発音、消音及び判定処理を実施するものである。この実施の形態では、4分音符長を8クロック分とするので、4分の4拍子の場合は1小節分は32クロックに相当する。この自動演奏割込処理では、まず、ステップ61で走行フラグRUNが

『1』か否かを判定し、『1』の場合に全ての処理を行い、それ以外は処理を行わないようになっている。ステップ62で鍵操作有りと判定された場合には、それがキーオン(押鍵)操作なのか離鍵(キーオフ)操作なのかの判定をステップ63で行う。キーオン操作の場合はステップ64～ステップ69の処理を行い、離鍵操作の場合はステップ6A～ステップ6Fの処理を実行する。

【0019】ステップ63でキーオン操作有りと判定された場合、ステップ64でそのキーオンの発音処理を行い、ステップ65の判定で操作キーの音高が現在の指示音高と一致している場合には表示部の現在指示音高の色

などを変更し、一致していない場合はなにもしない。そして、ステップ67及びステップ68では、押離鍵発生タイミングバッファTIMEの値、並びにキーオンイベントデータ及び音高データをそれぞれ演奏データの所定位置に書き込む。そして、ステップ69で次のキーオン／オフの操作に備えて押離鍵発生タイミングバッファTIMEをリセットし、ステップ6Gで押離鍵発生タイミングバッファTIMEの値を1だけインクリメントして割込み処理を終了する。なお、押鍵すべき指示音が和音である場合には、その和音の構成音の全てが押鍵された時点での操作キーの音高と指示音が一致したと見なす。この場合、和音構成音の各音の押鍵順序は特定されないものとする。

【0020】一方、ステップ63でキーオフ操作であると判定された場合、ステップ6Aで離鍵に該当する音が発音中であれば当該音の消音処理を行う。そして、ステップ6Bで、キーオフ操作された鍵に対応する音高が練習曲データの最終音に相当するものかどうかを判定し、最終音に相当する場合には割込み処理を停止するために走行フラグRUNを『0』にする。最終音でない場合は、ステップ6Cの処理をスキップしてステップ6D～ステップ6Gの処理により、押離鍵発生タイミングバッファTIMEの値、並びにキーオフイベントデータ及び音高をそれぞれ演奏データの所定位置に書き込み、消音用データに関する演奏データを作成し、押離鍵発生タイミングバッファTIMEの値をリセットし、押離鍵発生タイミングバッファTIMEの値を1だけインクリメントして割込み処理を終了する。

【0021】図4は、演奏者によって選択された練習曲データの一部、並びに演奏者がこの練習曲データを演奏した際の演奏データの一部を概念的に示すものであり、図4(A)が練習曲データを、図4(B)が演奏データを示す。図4(A)における黒丸は発音タイミングを示し、図4(B)における黒丸は正解音の押鍵タイミング、黒三角は誤押鍵を示し、アルファベットが音高(キーナンバ)を示す。以下、演奏者が図4(A)のような練習曲データをお手本にして図4(B)のように演奏した場合について説明する。なお、図4ではキーオフイベントについては省略してある。

【0022】図4(A)に示される練習曲データによれば、キーナンバAとキーナンバB、キーナンバBとキーナンバC、キーナンバCとキーナンバDの演奏間隔は共に16クロック相当であり、キーナンバDとキーナンバE、キーナンバEとキーナンバFの演奏間隔は共に8クロック相当である。このような練習曲データの下で、図4(B)のような演奏操作が演奏者によって行われたとする。まず、演奏者はキーナンバAの鍵を練習開始時点から2クロック分遅れて押鍵する。その後キーナンバB～Fの鍵が順番に押鍵される。なお、キーナンバBの押鍵後22クロック相当経過時点で誤押鍵xが発生し、さ

らにその4クロック相当経過時点で誤押鍵yが発生し、キーナンバFの押鍵の前2クロック相当の箇所で誤押鍵zが発生している。以上のような演奏操作の間に、図6の割込み処理によって図4(B)に対応した演奏データが順次記憶されることになる。

【0023】図5のメインフローの説明に戻り、演奏データの記憶が終了するとステップ57でYESと判断されて動作がステップ58へ移行する。ステップ58は、記憶された演奏データを練習曲データの内容に従って評価する処理であり、その詳細は図7に示されている。なお、ステップ58の処理によって、図4(B)の演奏データがどのように評価されるのか、図1の評価値の具体例に基づいて説明する。図1は後述する評価処理によって図4(B)の演奏データがどのような評価値となり、それがどのように判定されるかを具体的な数値で示したものである。この実施の形態では、評価値は練習曲データの各音高のキーオンタイミングについて作成され、キーオフについては評価しないものとする。まず、ステップ71では、演奏データの中で練習曲データの先頭音高と同一の音高が発生するまで、その演奏データのタイミング値(クロック数)の合計値をその先頭音高に対する評価値として記憶する。このステップ71では、先頭音の発音タイミングに関して、それに続く他の音高とは別の評価を行っている。例えば、このステップによって計測された発生タイミングの値によって先頭音高に対応する押鍵が所定クロック数以内になされていない場合には、演奏者は演奏の開始タイミングがつかめてないものと考えられ、その演奏の開始タイミングに関する特別の練習を行わせるようにすればよい。従って、図4(B)のキーナンバAの押鍵についてはその先頭タイミング値である2クロックの値『2』が図1の評価値として格納される。

【0024】ステップ72～ステップ74は、図3(A)のような練習曲データ及び図3(B)のような演奏データからそれぞれ第2音目に相当するキーオン／オフのタイミング値や音高をそれぞれの対応するバッファに格納する。練習曲データタイミングバッファTIME1は、練習曲データ内の前後して存在する音高に相当するキーオン間のクロック数を格納する。練習曲データ音高バッファTONE1は現在評価対象とされている練習曲データ内の音高を格納する。演奏データタイミングバッファTIME2は、演奏データ内の前後して存在する正解キーオン間のクロック数を格納する。演奏データ音高バッファTONE2は演奏データ内の音高データを順次読み出して格納する。

【0025】ステップ75では、練習曲データの音列に対応する音高についてのみ評価値を得るために、練習曲データ音高バッファTONE1と演奏データ音高バッファTONE2とが等しいかどうかを判定し、等しい場合にのみ、ステップ76～ステップ79の処理を行い、等

しくない場合にはステップ7Aの処理を行い、演奏データ内の続くキーオン/キーオフのタイミング値を演奏データタイミングバッファTIME2に加算する。これによつて、演奏データタイミングバッファTIME2には、各正解音高が押鍵されるまでに費やされた正解音の発生間隔時間が格納されることになるので、演奏者がどの音高を押鍵する際に躊躇しているかが判断でき、演奏者の演奏技術におけるウイークポイントを検出することが可能となる。

【0026】そして、ステップ75でTONE1とTONE2が等しいと判定された時点で以下のステップ76以後の処理を実施する。ステップ76では、演奏データタイミングバッファTIME2の値を練習曲データタイミングバッファTIME1で除算した値をその発音タイミングにおける評価値として結果フラグ『0』とともに所定の記憶領域に順次記憶し、ステップ77でそれぞれのバッファTIME1, TIME2の内容をリセットする。そして、練習曲データ内に次のキーオンが有るかどうかの判定をステップ78で行い、キーオン有り(YES)の場合は次のステップ79に進み、そうでない(ONO)の場合ステップ7Bの結果抽出処理に進む。練習曲データ内に引き続きキーオンが存在する場合には、ステップ79で練習曲データ内の次のキーオン/オフのタイミング値と音高を練習曲データタイミングバッファTIME1、練習曲データ音高バッファTIME1にそれぞれ格納する。そして、ステップ7Aで、演奏データ内の続くキーオン/オフのタイミング値を演奏データタイミングバッファTIME2に加算し、ステップ74にリターンする。これによつて、練習曲データの音列に対応する音高について演奏データ内の音高が順次検査され、その評価値が順次計算される。以上の処理によつて、図4(B)の演奏データからは、図1に示されるような評価値が得られ、各キーナンバに対応付けられて結果フラグ『0』とともに格納される。(結果フラグの説明は後述する。)

【0027】ステップ7Bでは、図8又は図9に示すような結果抽出処理が行われる。図8の結果抽出処理は、図1に示されるような評価値の平均値を算出し、その平均値よりも大きな値となっている評価値に対応する音高をミス音(演奏押鍵時に躊躇が生じた場所)と判定するものである。平均値に所定の係数を乗じたもの用いてもよい。まず、最初のステップ81では、先頭音の評価値を除く2番目の評価値位置を現在の読み出し位置としてセットする。これは、先頭音高以外の音高に対する発音タイミングの評価を実施するためであり、第2音目に相当する2番目に記憶されている評価値が本結果抽出の対象となる。先頭音高の発音タイミングについては前述したようにこの結果抽出方法とは異なる方法で評価を行う。ステップ82では、先頭音高に対応する評価値を除くそれ以外の全評価値の平均値を算出する。この平均値

は、演奏者の演奏に係るテンポを推定した値に近いものとなる。例えば、図1(A)に示すように評価値の平均値が1.525の場合には、演奏者は全体的に練習曲を標準のテンポの約3分の2に相当する遅いテンポで演奏操作したことを意味する。

【0028】以上のように評価値の平均値が求まつたら、今度は、ステップ83で各評価値の値を順番に読み出して、ステップ84で読み出された評価値と平均値とを比較判定し、平均値よりも評価値が大きい場合にはステップ85でその結果フラグに『1』を設定し、ステップ86で評価値の有無を判定しながら、ステップ83～ステップ85の一連の処理を全ての評価値に対して行う。図1(A)の場合は、キーナンバCの評価値が2.0で平均値1.525よりも大きいので、キーナンバCの結果フラグは『1』となる。このように、各評価値の結果フラグには『0』又は『1』が設定される。結果フラグが『1』ということは、それぞれの音高に対応する評価値が平均値よりも大きく、演奏者の平均演奏テンポより遅いテンポでその評価値に対応する音高が押鍵されたとことを意味する。従つて、この結果フラグが『1』の箇所は、演奏者が自分のテンポで演奏した場合において、演奏の進行上戸惑った箇所、躊躇した箇所、苦手な箇所であるということを意味し、適切な評価を行うことができるようになる。

【0029】図9の結果抽出処理は、前述のステップ71～ステップ7Aの処理によって算出され、所定領域に記憶されている図1に示されるような評価値の前後隣合う2つの評価値を順次比較し、後側の評価値が前側の評価値の所定倍以上 の値となっている箇所に対応する音高をミス音(演奏押鍵時に躊躇が生じた場所)として判定するものである。まず、最初のステップ91では、図8のステップ81と同様に、先頭音の評価値を除く2番目の評価値位置を現在の読み出し位置としてセットする。ステップ92では、評価値を一つ読み出し、すなわち2番目の評価値を読み出し、それを前評価値バッファO-VALにセットし、読み出し位置を1つ進める。そして、次のステップ93でも同様に評価値を一つ読み出し、それを現評価値バッファN-VALにセットし、読み出し位置を1つ進める。これによつて、前評価値バッファO-VALと現評価値バッファN-VALには前後する2者の評価値が格納されるので、次のステップ94で現評価値バッファN-VALの値が前評価値バッファO-VALの値の1.3倍よりも大きいか否かを判定する。すなわち、現在の評価値が直前の評価値の30パーセントを越えてその値が増加している場合を躊躇音(演奏上問題のあった音)として、その読み出された評価値に対応する結果フラグに『1』を設定する。図1(B)に示すような評価値の場合、キーナンバCの許容値は1.95であるのに対して、実際のキーナンバCの評価値は2.0なので、キーナンバCの結果フラグは『1』

となる。そして、次の処理に備えて現評価値バッファN-V A Lの値を前評価値バッファO-V A Lにセットする。そして、ステップ97で評価値の有無を判定しながら、ステップ93～ステップ96の一連の処理を全ての評価値に対して行う。これによって、各評価値の結果フラグには『0』又は『1』が設定される。結果フラグが『1』ということは、評価値の値が突然増加している箇所であり、誤押鍵が多発した箇所、又は単に押鍵操作が遅れた箇所であることを意味する。従って、この結果フラグが『1』の箇所は、演奏者が演奏の進行上戸惑った箇所、躊躇した箇所、苦手な箇所であるということを意味し、適切な評価を行うことができるようになる。

【0030】そして、図5のメインフローへ再び戻り、ステップ52～ステップ58までの処理が終了したら、ステップ59で練習曲データ（お手本演奏）を再生させる処理を実行したり、評価結果に基づいて特別練習を行わせる処理を実行したり、その評価結果を表示画面に表示させる処理を行う。ここで特別練習は、評価結果により演奏者の苦手な（ミスした）区間を抽出し、繰り返し練習させる。また、苦手区間に含まれる音高をすべて4分音符長で順次並べた音列を表示して練習させる。これによれば、押鍵タイミングを単純化して指の運び方を訓練することができる。また、苦手区間の楽譜を表示し、ユーザーのタップ入力（所定領域の鍵盤、所定パッド、所定スイッチの操作タイミング）に合わせて当該苦手区間の自動演奏を再生させる。これによって、押鍵位置を気にすることなく発音タイミング取得の訓練を行うことができる。さらに、苦手区間の指運びに対応する指番号を順次表示し、表示番号を該当するキーを順次押鍵せねば、ゲーム感覚で指使いの練習を行わせることにより練習に飽きることを防ぐことができる。また、評価結果を表示画面に表示することによって、自分のミスした箇所を認識させ、ミス箇所の練習を促すことができる。表示されている楽譜上の押鍵ミス音を色等を変更して強調表示させたり、演奏者の演奏に対応する楽譜を練習曲楽譜と対応させる等の方法が考えられる。演奏者の演奏に対応する、記録された演奏データ（及び練習曲データ）を再生して、演奏者に自分の演奏を聞かせる（練習曲と比較させる）ようにしてもよい。（その際にミス箇所を、ベロシティを上げるなどして強調発音させることも考えられる。）

【0031】なお、上述の実施の形態では音源回路、自動演奏装置及び演奏情報評価装置を内蔵した電子楽器について説明したが、電子楽器と、パーソナルコンピュータを接続して、パーソナルコンピュータのディスプレイ上に押鍵すべき楽譜を表示したり、図2のパネルスイッチをパーソナルコンピュータのキーボードで代用したりしてもよい。なお、上述の実施の形態では、1つの練習曲データについて演奏情報評価を行う場合について説明したが、これ限らず、伴奏データについても評価できる

ようにしてもよい。また、練習曲データの所望区間だけ評価できるようにしてもよいし、伴奏データの中の所望パート（例えば、和音演奏パート等）の演奏情報評価をできるようにしてもよい。この際、例えば、ピアノ演奏に関する旋律演奏と和音進行演奏などの複数パートの演奏情報評価を同時に行えるようにしてもよい。鍵盤楽器に限らず、弦楽器タイプ、管楽器タイプ、打楽器タイプ等の形態でもよい。音源装置、自動演奏装置などを内蔵した電子楽器に限らず、それぞれが別体の装置であり、

10 M I D I や各種ネットワーク等の通信手段を用いて各装置を接続するものであってもよい。

【0032】練習曲データや演奏データのフォーマットは、演奏イベントの発生時刻を曲や小節内における絶対時間で表した『イベント+絶対時間』、音符の音高と符長あるいは休符と休符長で演奏データを表した『音高（休符）+符長』、又は演奏の最小分解能毎にメモリの領域を確保し、演奏イベントの発生する時刻に対応するメモリ領域に演奏イベントを記憶したいわゆる『ベタ方式』等、いかなる形式で構成してもよいことはいうまでもない。また、自動演奏データは、複数のチャンネルのデータが混在した形式であってもよいし、各チャンネルのデータがトラック毎に分かれているような形式のものであってもよい。

【0033】上述の実施の形態では、演奏者の押鍵操作の遅れ具合に関する判定のみ行っているが、これに加え、演奏者の押鍵操作が早くなされた場合の判定を取り入れるようにもよい。例えば、結果抽出処理において、平均値より小さい評価値に対応する音高を早とちりして押鍵したミス音として抽出するようにすればよい。

30 また、1つの発音タイミングにおいて1音のみが発生する練習曲データについて説明したが、本発明を和音のような1のタイミングに複数音が発生する練習データに適応してもよい。この場合、例えば、和音構成音の発音タイミングはその和音構成音中の一番最初になされた押鍵のタイミングを用いるようにし、その和音と続く音との間の時間間隔として、和音構成音の最後に押鍵された音に対応するタイミングから次の音が押鍵されたタイミングまでの値を用いる等の方法が考えられる。また、和音構成音の全ての音が所定時間以内に押鍵されない場合には、その和音をミス音とし、その所定時間の最終タイミングから次の音の押鍵時間までを次の音のタイミング値とするような方法も考えられる。また、1トラック分の練習曲データ（及び演奏データ）に対してのみでなく、複数のトラックから構成される練習曲データ（及び演奏データ）に上述の実施の形態を適用してもよいことはいうまでもない。

【0034】上述の実施の形態では、ベロシティに関する情報を演奏データに記憶しない場合について説明したが、ベロシティに関する情報も演奏データとして記憶しておき、ユーザの演奏に対する評価にこの情報を用いる

ようにしてもよい。また、実施の形態に記載した演奏データ内の消音用データを記録しないようにしてもよい。

【0035】上述の実施の形態では、誤押鍵に関する情報を評価データとして記憶していないが、もちろん誤押鍵に関する情報（例えば、2つの正解押鍵間に成された誤押鍵数や各誤押鍵の音高等）を記憶し、演奏者の演奏に対する評価にこの情報を用いるようにしてもよい。また、評価値の求め方はこの実施の形態のようなものに限らず、どのような算出方法でもよい。すなわち、練習曲データと演奏データに対応する音高の発音タイミング値を比較できる値が算出されればよい。また、各評価値と共に、当該評価値に対応する音高が何であるかを示すデータを記録するようにしてもよい。評価値におけるミス音の判別には、この実施の形態のようにフラグをたてるもの以外の方法であってもよい。例えば、どの程度の遅れが生じているかの程度も含めた情報を各評価値毎に記録するようにしてもよい。

【0036】上述の実施の形態では、演奏者の演奏を一度記録したのちに、評価処理を行う場合について説明したが、演奏者の演奏と同時にリアルタイムで評価処理を順次実施してもよい。このような方法の場合、結果抽出には、図9の結果抽出処理のような方法を用いればよく、ミス音として判定される音が所定数以上になったり、正解押鍵が所定時間以内になされてない場合等に演奏を中断するような評価方法を導入してもよい。

【0037】上述の実施の形態では、演奏者によって押鍵された全ての音についての発音処理を行う場合について説明したが、練習曲データの音高に対応する押鍵がなされた場合のみ発音処理を実施するようにしてもよい。

【0038】上述の実施の形態では、2つのキーオン間の時間間隔を用いてキーオンタイミングに関する評価を行っているが、キーオフタイミングに関する評価（キーオフタイミングが遅れている或いは早すぎる等の評価）をも含めて実施するようにしてもよい。

【0039】図8の結果抽出処理では、全評価値の平均値を基準としてミス音を推定しているが、これに限らず、例えば、評価の基準とする評価値として、評価値データのなかでももっとも多く含まれている値や、明らかに評価値が大きい値と小さい値を除外した上で算出した平均値などを利用してもよい。

【0040】図9の結果抽出処理では、前後する2つの

評価値からミス音を判定するための所定値は一定としているが、この判定のための所定値を自由に設定できるようにもよい。この設定により、ミス音の判定を厳しくしたり或いはやさしくしたりすることが可能となり、演奏者は自分の演奏技術レベルにあった判定レベルを設定することができるようになる。

#### 【0041】

【発明の効果】この発明によれば、練習楽曲のテンポに縛られることなく演奏者の自由なテンポで演奏した場合でも、その演奏者の演奏タイミングのずれを正確に測定し、それに基づいて演奏技術を評価することができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の演奏情報評価装置によって求められた評価値の具体例を示す図である。

【図2】 この発明に係る演奏情報評価装置及び自動演奏装置を内蔵した電子楽器の実施の形態を示すハード構成ブロック図である。

【図3】 練習曲データ及び演奏データの構成例を示す図である。

【図4】 演奏者によって選択された練習曲データの一部、並びに演奏者がこの練習曲データを演奏した際の演奏データの一部を概念的に示す図である。

【図5】 この発明に係る演奏情報評価装置のメインフレームの一例を示す図である。

【図6】 本実施例の演奏情報評価装置が行う割込み処理の一例を示す図である。

【図7】 図5の評価処理の詳細を示す図である。

【図8】 図7の結果抽出処理の一例を示す図である。

【図9】 図7の結果抽出処理の別の例を示す図である。

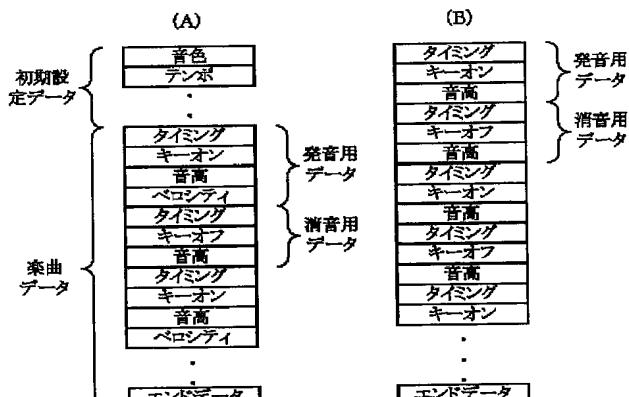
#### 【符号の説明】

21…CPU、22…ROM、23…RAM、24…外部記憶装置、25…マウス検出回路、26…マウス、27…通信インターフェイス、28…通信ネットワーク、29…サーバコンピュータ、2A…MIDIインターフェイス、2B…他のMIDI機器、2C…鍵盤、2D…押鍵検出回路、2E…パネルスイッチ、2F…スイッチ検出回路、2G…ディスプレイ、2H…表示回路、2J…音源回路、2K…効果回路、2L…サウンドシステム、2P…アドレス及びデータバス

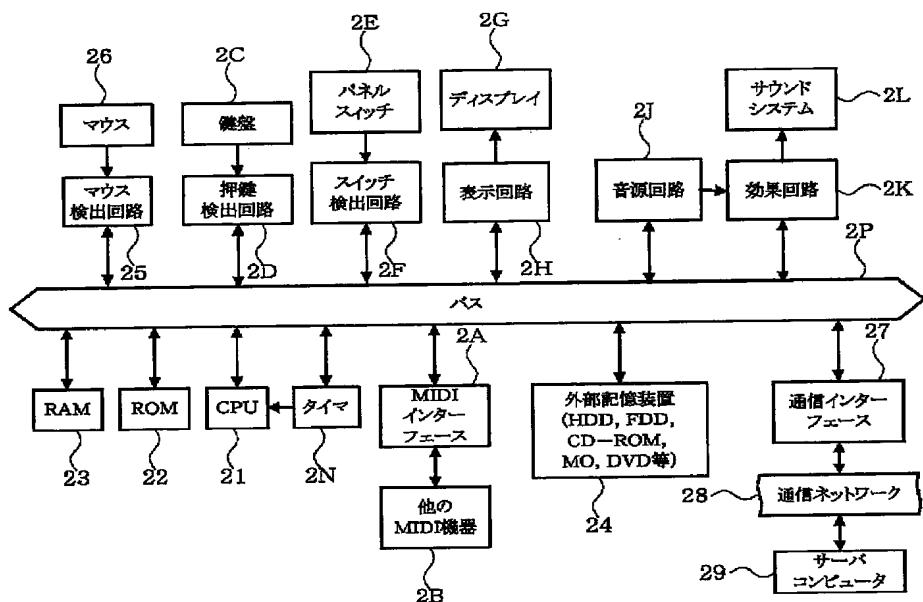
〔圖1〕

算出された評価値		
A	0	$^2$ (先頭タイミング値)
B	0	1.5
C	1	2.0
D	0	1.375
E	0	1.25
F	0	1.5

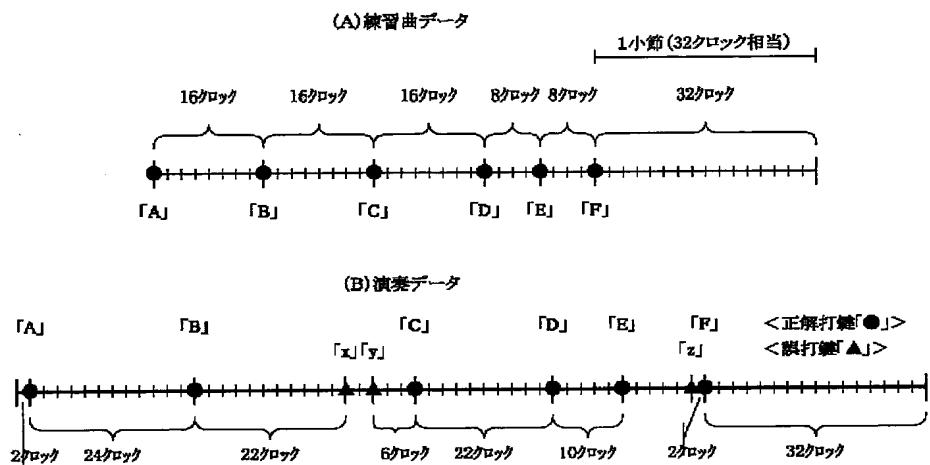
【図3】



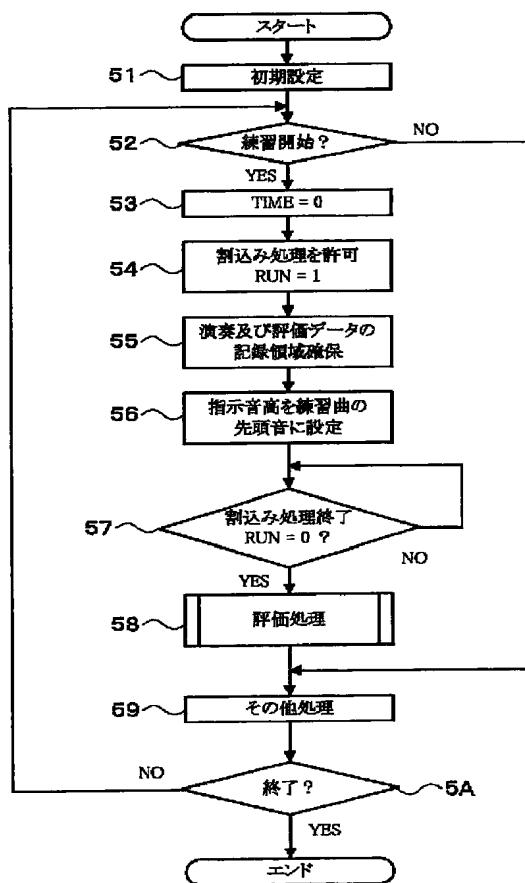
【図2】



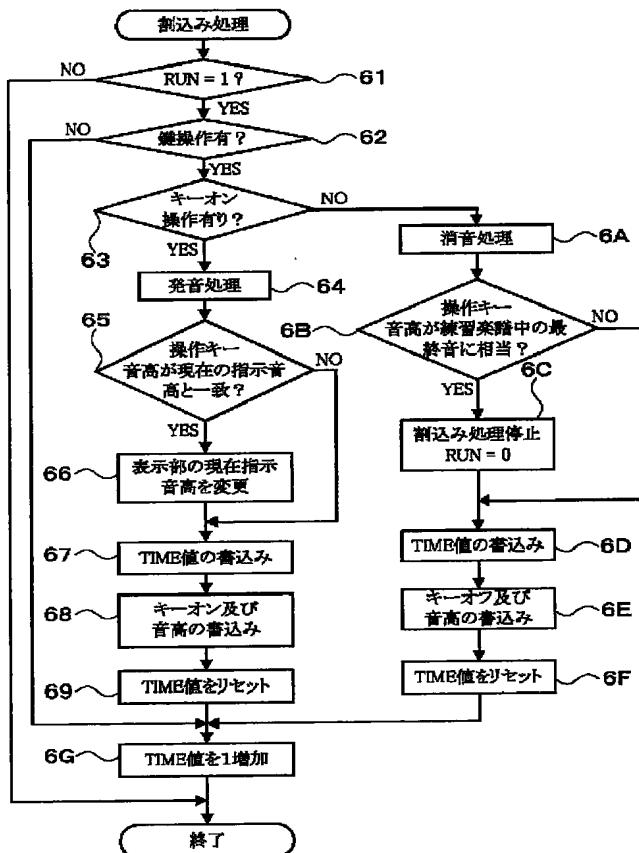
【図4】



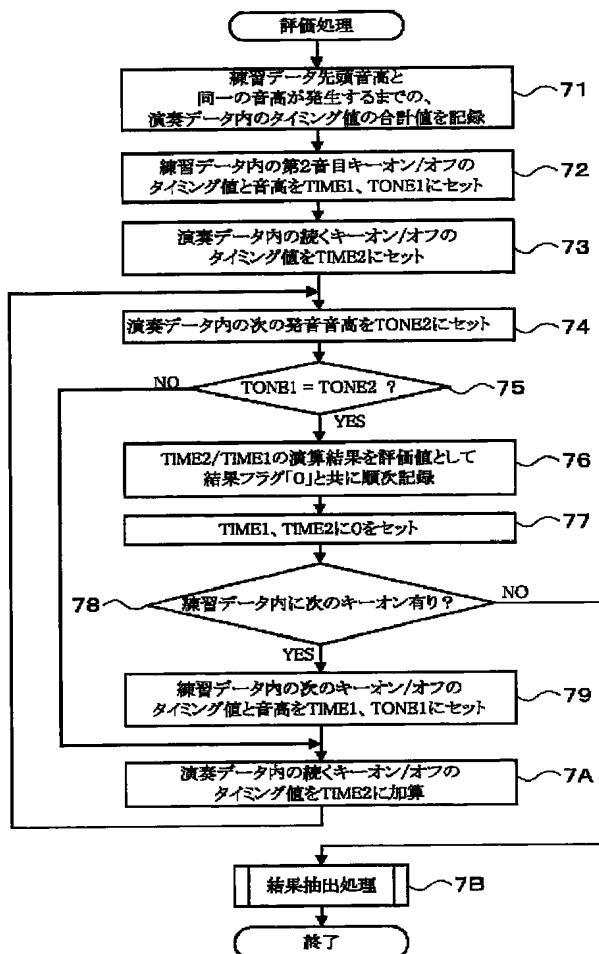
【図5】



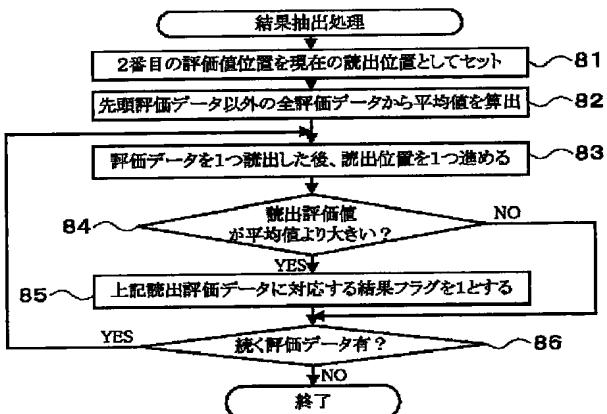
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

